



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Tappt karbonlagring i myr ved
hytteutbygging på Turufjell

Lost carbon storage in peatlands
during cabin development on
Turufjell

**Tiril Emilie Ruud Bråten og
Emma Elisabeth Olsson**

Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur
Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap
Veileder: Knut Rydgren og Liv Norunn Hamre
Innleveringsdato: 3. juni 2020

Vi bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

Bachelor i Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur

Tapt karbonlagring i myr ved hytteutbygging på Turufjell



Tiril Emilie Ruud Bråten og Emma Elisabeth Olsson

Juni, 2020

Forord

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave etter tre år på studiet Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur ved Høgskulen på Vestlandet, campus Sogndal. Oppgaven ble gjennomført over ett semester og utgjør 20 studiepoeng.

Motivasjonen til å velge akkurat denne oppgaven var at den berører de delene av landskapsplanleggingsstudiet vi synes er mest interessante og de temaene vi kunne tenke oss å fortsette med i videre studier og jobb. Oppgaven har gitt oss mulighet til å se nærmere på hvor viktig det kan være å ta vare på myra og dens evne til å lagre karbon, noe som har styrket vår kompetanse rundt emnet. Vi mener økt bevisstgjøring rundt bevaring av myr og dens bidrag til klimatilpasning er viktig for fremtidig utvikling av tettsteder og hyttefelt. Arbeidet med oppgaven har vært en lærerik prosess, med både fine dager i felt og lange dager med skriving og kartframstilling.

Vi vil takke våre veiledere professor Knut Rydgren og førsteamanuensis Liv Norunn Hamre for engasjementet de har vist rundt oppgaven, for god hjelp og nyttige innspill gjennom hele arbeidet. Vi ønsker også å takke Flå kommune for å være behjelpelig ved å sende oss nødvendige filer, samt våre foreldre og søsken for korrekturlesing. Til slutt rettes en stor takk til våre medstudenter for tre spennende, lærerike og fine år med gode diskusjoner og moralsk støtte gjennom bacheloroppgaven.

Figurer er utformet eller fotografert av undertegnede om annet ikke er oppgitt.

Sogndal

3. juni 2020

Tiril Emilie Ruud Bråten

Emma Elisabeth Olsson

Sammendrag

Myr inneholder mer karbon enn noe annet terrestrisk økosystem, men ved utbygging i myr vil karbonet bli sluppet ut. Myra vil dermed gå fra å være et karbonsluk til en karbonkilde. Hvordan vi forvalter myra kan ha stor effekt på karbonbalansen i myra og dermed klimaendringer. Likevel finnes det svært lite kunnskap og få studier rundt utbygging i myr. I dette studiet har vi beregnet hvor mye karbon som slippes ut ved hytteutbygging og sett på dagens myrforvaltning i et klimaperspektiv. Studieområdet ligger på Turufjell i Flå kommune i Viken fylke. For å finne hvilke myrer som blir påvirket av hytteutbyggingen har vi brukt Økonomisk kartverk med en buffersone på 50 meter rundt inngrepene. Vi har tatt dybdemålinger i et utvalg av myrene for å finne gjennomsnittsdybden, og brukt denne dybden til å beregne torvvolumet for resterende myrer i studieområdet. Vi brukte så torvvolum-metoden til å beregne hvor mye karbon myrene inneholder, og estimerte hvor mye karbon som trolig slippes ut av myrene i studieområdet som en konsekvens av utbyggingen. Våre resultater viser at 1 257 daa med myr vil bli påvirket av utbyggingen av hyttetomter og veier, dette er 48 % av alle myrene i studieområdet. Det vil si at 52 057 tonn karbon vil bli sluppet ut av myrene, dette tilsvarer 190 736 tonn CO₂. Våre tall viser dermed at det vil være betydelig utslipp av karbon ved hytteutbyggingen. Utbygging i myr er en irreversibel handling som bidrar til en temperaturøkning på jorda, likevel ser vi at myr stadig må vike for utbygging over hele landet.

Abstract

Peatlands contains more carbon than any other terrestrial ecosystem but during development in peatlands the carbon will be released. This means the peatlands goes from being a carbon sink to a carbon source. How we choose to manage the peatlands can have a major effect on the carbon balance in the peatlands and with climate changes. In spite of this there are very little knowledge and few studies concerning development in peatlands. In this study we will calculate how much carbon that is emitted during cabin construction and look at today's peatland management in a climate perspective. The study area is on Turufjell in Flå municipality in Viken County, Norway. To find out which peatlands that are affected by the development we have used "Økonomisk kartverk" with a buffer zone of 50 meters. To find the average depth of all the peatlands in the study area, we took depth measurements in a selection of the peatlands. We then used the peat-volume-method to calculate how much carbon the peatlands contain and estimated how much CO₂ is likely to be released from the peatlands in the study area as a consequence of the development. Our results show that 1,257 daa with peatlands will be affected by the development of cabins and roads, which is 48 % of all peatlands in the study area. This means that 52,057 tonnes of carbon will be released, corresponding to 190,736 tonnes of CO₂. Our numbers show that there will be significant emissions of CO₂ in the cabin development. Development in peatlands is an irreversible act that contributes to an increase in the temperature of the earth, yet we see that peatlands are being sacrificed in favour of developments all over Norway.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag	II
Abstract.....	III
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling	4
2 Materiale og metode	5
2.1 Studieområdet.....	5
2.2 Kartlegging av myrer og inngrep i myrene	9
2.3 Datainnsamling.....	11
2.4 Estimering av karbonlager	14
3 Resultat	16
3.1 Kartlegging av myrer	16
3.2 Karbonlagring i studieområdet.....	18
3.2.1 Feltdata.....	18
3.2.2 Tappt karbonlagring i studieområdet.....	22
4 Diskusjon	23
4.1 Endring av myrareal i studieområdet.....	23
4.2 Redusert karbonlagring i studieområdet.....	23
4.3 Samsvar med andre planer	26
4.4 Dagens myrforvaltning sett i et klimaperspektiv	27
5 Konklusjon	30
6 Referanser	31
7 Vedleggsliste.....	36

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Klimaet på jorda er i stadig forandring og den største grunnen er menneskeskapt klimaforandringer (Miljøstatus, 2014). Stigning i temperatur, ismelting og ekstremvær er bare noen av forandringene vi står ovenfor. Et dagsaktuelt tema i media handler om hva hver enkelt kan gjøre for å redde jorda og svaret er ofte å redusere flyreiser, bilreiser og spise mindre kjøtt. Det informeres derimot lite om utbygging av natur, deriblant hytteutbygging, og de klimautfordringene som kommer med dette. Hyttedrømmen står sterkt hos en stor andel av den norske befolkningen. Hyttene skal helst være store, moderne og mange har dessuten mer enn én hytte. For at hyttedrømmen skal bli til virkelighet må store arealer med urørt natur, som blant annet myr, ofres.

Verdens myrer utgjør kun 3 % av jordas landareal, men lagrer mer karbon enn noe annet terrestrisk økosystem og inneholder opptil 20 % av alt karbonlager i jord (Dunn & Freeman, 2011; Minasny et al. 2019). Til sammen lagrer myrene dobbelt så mye karbon som alle verdens skoger (Dunn & Freeman, 2011; Parish et al. 2008). Myr dannes i kjølig og fuktig klima hvor grunnvannsspeilet ligger nært markoverflaten og sikrer god fuktighet og oksygenfattige forhold (Klima- og miljødepartementet, 2015). De oksygenfattige forholdene gjør at nedbrytningen av dødt organisk materiale går langsommere enn tilførselen, noe som fører til en opphopning av ufullstendig nedbrutt organisk materiale (torv) (Karki et al. 2016). Dette gjør at myrene påvirker den globale balansen mellom tre klimagasser – karbondioksid, metan og nitrogenoksid (CO_2 , CH_4 og N_2O). Intakte myrer fjerner CO_2 fra atmosfæren via oppbygging av torv, mens de avgir CH_4 . Den langsiktige negative effekten av CH_4 -utslipp er lavere enn den positive effekten av CO_2 -opptaket (Waddington & Price, 2001). Myrene bidrar dermed til langsiktig lagring og opptak av CO_2 . Bevaring av myr som økosystem vil derfor være et viktig utslippsreducerende tiltak i klimasammenheng (Price et al. 2003; Zhaojun et al 2011). Dessverre kan kun små endringer i økologien og hydrologien til myra føre til store endringer i klimagassene. Tørrere overflater vil avgir mindre CH_4 og mer N_2O og CO_2 , og det vil være omvendt ved våtere overflater (Grønlund et al. 2010; Parish et al. 2008).

Forholdet mellom myra og mennesker har en lang kulturell utvikling og historie. Gjennom flere århundrer har mennesker direkte brukt myrene, noe som har ført til varierende påvirkning (Øien et al. 2017). Myrene har blitt drenert og grøftet til fordel for landbruk, både til beite og dyrking av avlinger, skogbruk, torvuttak, infrastruktur og fritids-, by- og tettstedsutvikling. En tredjedel av det opprinnelige arealet av myr under skoggrensa i Norge er i dag brukt til landbruks- og utbyggingsformål (NOU, 2013). Myrene er ofte de siste, store ubebygde områdene som ikke er privateid og er dermed passende for utvikling som krever store arealer som flyplasser, vindkraftverk, vannreservoarer og hyttefelt (Parish et al. 2008). Når myrene dreneres og grøftes senkes grunnvannstanden slik at overflaten synker og torven oksiderer (Price et al. 2003). Dette øker lufttilgangen, som fører til økt nedbrytning og frigjøring av mye av karbonet som myra har akkumulert gjennom tusenvis av år (Øien et al. 2017). Den fine balansen mellom produksjon og nedbrytning fører til at myra går fra å være et karbonsluk til å bli en karbonkilde etter menneskelige inngrep (Joosten et al. 2015). CO₂-utslipp fra torvdrenering, branner og utnyttelse er estimert til å være minst 3000 millioner tonn i året, noe som tilsvarer mer enn 10 % av det globale fossile brennstoffets utslipp (Parish et al. 2008). Dette inkluderer alle områder som tidligere er omgjort, da myrene lekker CO₂ helt til all torv er brutt ned og det kun er mineraljord igjen (Klima- og miljødepartementet, 2015). På grunn av de store utslippene fra nedbrutt myr, er restaurering av myrene en av de mest kostnadseffektive måtene å unngå menneskeskapte klimagassutslipp på (Parish et al. 2008). For å unngå nye inngrep og klimautslipp ble grøfting av myr til skogproduksjon forbudt i 2007 (Forskrift om bærekraftig skogbruk, 2006, §5) og det ble gjort endringer i jordloven for å stanse nydyrking av myr i 2019 (Jordlova, 1995, §11). Bakgrunnen for forbudene er i følge klima- og miljøminister Ola Elvestuen at bevaring av myr er en viktig klima- og miljøsak, og innføringene av forbudene ble gjort for å nå målene i Parisavtalen og for å oppfylle Norges klimaforpliktelser (Lindegaard, 2019).

I løpet av de siste tiårene har myra og dens evne til å lagre karbon fått stadig større oppmerksomhet. EUs 2030 klima og energiramme understreker at blant annet myrene vil spille en sentral rolle i realiseringen av Parisavtalen (Minasny et al. 2019). Internasjonale konvensjoner som FNs klimakonvensjon og Ramsarkonvensjonen, og organisasjoner som FAO, EU og Nordisk råd har begynt å rette sin oppmerksomhet mot restaurering og bevaring av myr som et tiltak mot klimaendringer (Joosten et al. 2015). En bærekraftig

forvaltning av myrene krever kunnskap om biologisk mangfold, klimaendringer og forringelse av land (Parish et al. 2008). Dette krever samarbeid mellom ulike interesser og økonomiske sektorer. Dessverre finnes det ennå lite konkret kunnskap om dette, spesielt for hytteutbygging (Minasny et al. 2019).

Fritidsbebyggelse øker mer enn noen annen bygningstype i Norge (Kosmo, 2007). Fra 1985 til 2005 har antall hytter i Norge steget med 9,8 %, derav 25 % på snaufjellet og i skoggrensa (Bartlett et al. 2020; SSB, 2019). Den store økningen har ført til at flere hytter bygges utenfor allerede eksisterende hytteområder, i og i nærheten av villmarkspregede og vernede områder (Kosmo, 2007). Selv om mer enn halvparten av den norske befolkningen eier, eller har tilgang til, en fritidsbolig, tilbringer vi i gjennomsnitt kun 10-30 % av året på hyttene (Bartlett et al. 2020). Tidligere Buskerud fylke (nå Viken fylke) er det fylket som har flest fritidsboliger og som har hatt størst økning i antall hytter i perioden 1985 – 2005 (Kosmo, 2007).

På Turufjell i Flå kommune er utbyggingen av et stort hyttefelt i gang (Flå kommune, 2017). Reguleringsplanen er antakelig den største som er vedtatt i Norge noensinne (Turufjell, u.å.), og den førte til mange kritiske røster. I 2017 ble planvedtaket påklaget av Forum for natur og friluftsliv Buskerud og Norsk Friluftsliv. De mente at den vedtatte planen var i strid med nasjonale og regionale mål og interesser for arealforvaltningen. Det ble også lagt inn klage på at konsesjonsutredningen ikke tilfredsstilte kravene som stilles til en konsekvensutredning for en så omfattende områderegulering. Klagene ble ikke tatt til følge, og ble enstemmig vedtatt av kommunestyret (Flå kommune, 2018). Kunnskapen om at utbyggingen på Turufjell vil påvirke karbonlagringen i myrene var et tema som ikke ble vurdert.

1.2 Problemstilling

I denne oppgaven vil vi ta for oss følgende hovedproblemstilling:

Hvor mye karbon vil gå tapt ved hytteutbyggingen på Turuffell, i Flå kommune?

For å svare best mulig på hovedproblemstillingen har vi formulert følgende underproblemstillinger:

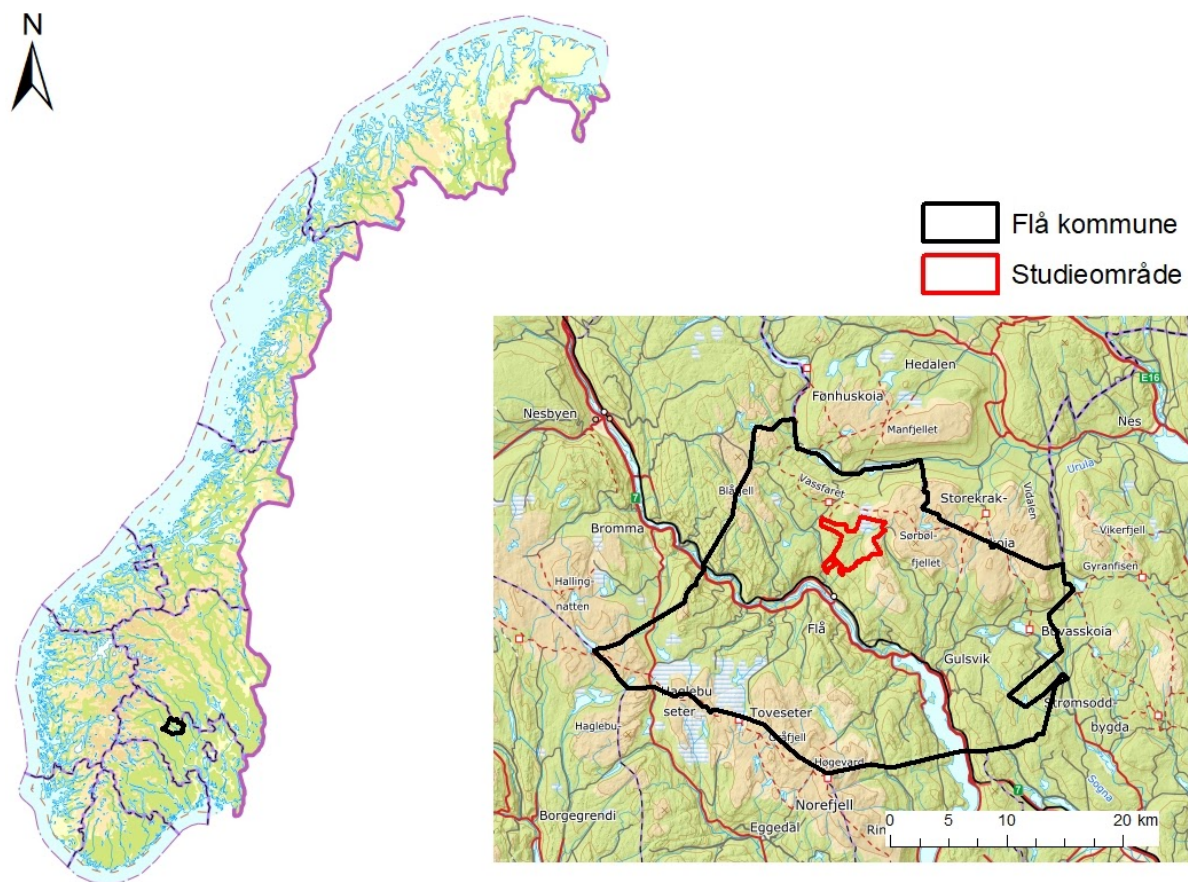
- *Kartlegging av myrene i studieområdet*
- *Estimere redusert karbonlagring i studieområdet som følge av hytteutbyggingen*
- *Dagens myrforvaltning i et klimaperspektiv*

I lys av ovennevnte problemstillinger vil vi videre undersøke hvordan utviklingen av hytteutbyggingen samsvarer med generelle utviklingstrender i Norge, nasjonale og kommunale mål og retningslinjer for norsk hyttepolitikk.

2 Materiale og metode

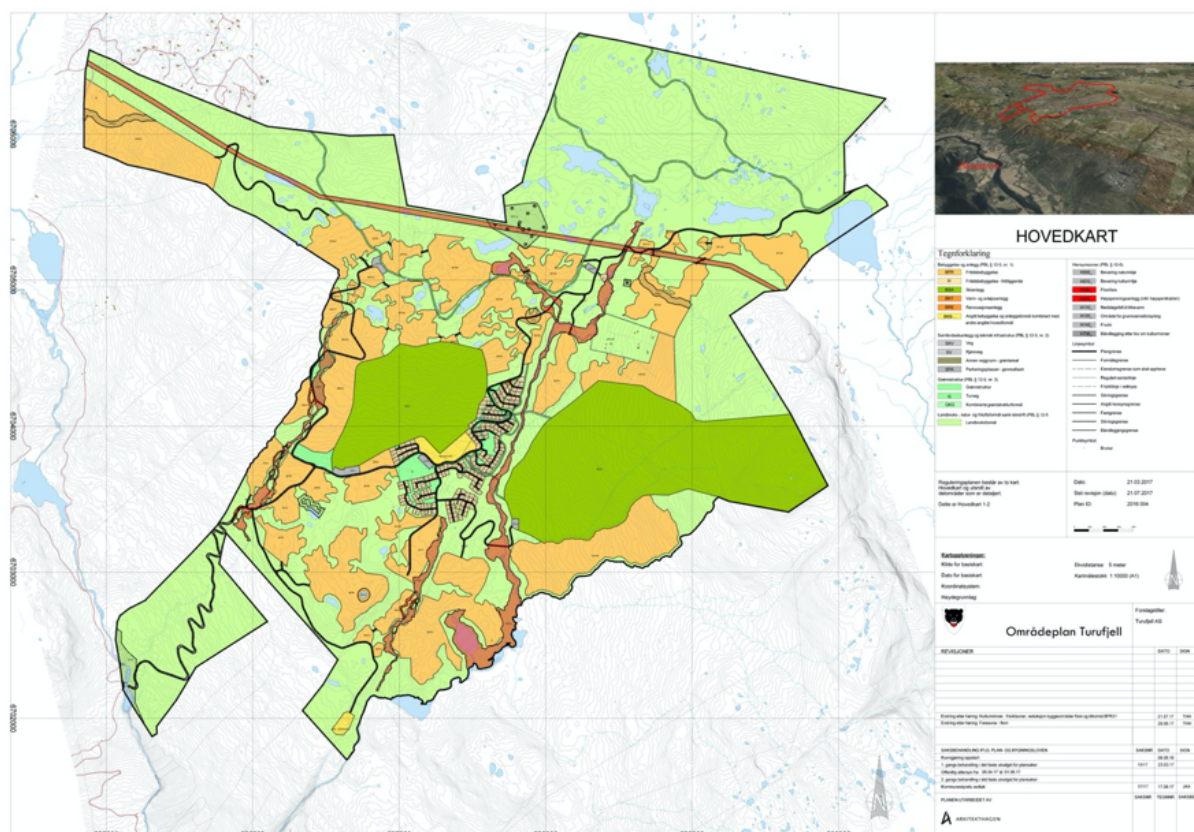
2.1 Studieområdet

Studieområdet ligger nord i Viken fylke, i Flå kommune, på østsiden av riksveg 7 mellom Oslo og Gol (figur 1). Flå kommune danner innfallsporten til Hallingdal fra sør, og er en av seks kommuner som er med i regionrådet Hallingdal, sammen med Gol, Hemsedal, Hol, Nes og Ål. Dalsidene i området er relativt bratte til ca. 700 moh., med slakere fjellterreng over dette. Berggrunnen i hele Flå kommune er grunnfjell bestående av granitt og kvartsdioritt i de østre og sentrale delene, mens i sør og sørvest består berggrunnen av kvartsitter som forvitrer seint og gir mager jord (NGU, 2020; Thorsnæs, 2019). Studieområdet er en del av det siste større sammenhengende ubebygde området mellom Vassfaret og Hallingdal (Rieber-Mohn, 2019).



Figur 1: Studieområdet (rødt) ligger i Flå kommune (svart), i Viken fylke.

Avgrensningen av studieområdet er blitt gjort på bakgrunn av vedtatt områdereguleringsplan for Turufjell (figur 2 og vedlegg 1), hvor det er prosjektert 2000 nye hytter i tillegg til et sentrumsområde med butikker, leiligheter, hotell og skianlegg. Grensen går fra Vassfaret i nord, et eldre hyttefelt i vest, Turufjell i øst og Heivegen ned til Flå sentrum i sør. Området har en høydeforskjell på ca. 700 m, og strekker seg fra Turufjellet i øst på 1055 moh. til Heivegen i vest på ca. 400 moh. Avgrenset studieområde er på 13 727 daa. Vi har avgrenset studiet vårt til å beregne tap av karbon som følge av hytteutbygging og tilhørende veganlegg.



Figur 2: Områdereguleringsplan for Turufjell (Flå kommune, 2017).

Studieområdet ligger i sørboreal vegetasjonssone og inngår i overgangsseksjonen mellom svakt oseanisk seksjon og svak kontinental seksjon (Moen, 1998). Klimaet i regionen er preget av varme somre med lite nedbør og relativt kalde og tørre vintre. Den gjennomsnittlige årsnedbøren ligger mellom 700-1000 mm og har en nedbørhyppighet på 140 dager i året (Moen, 1998).

Skog- og myrområder dominerer studieområdet. Skogen består av barskog med størst andel furu. I feltsjiktet er det de nøysomme artene blåbær og tyttebær som dominerer, mens i bunnsjiktet dominerer moser som etasjemose og furumose. Hele 19 % av studieområdet er dekket av myr, som er mye sammenlignet med andelen for Flå kommune, som er 9 %, og landsgjennomsnittet som er 6 % (Kartverket, 2018), men dette er trolig underestimerte tall (Bryn et al. 2018) (figur 3, 4 & 5).



Figur 3: Utsikt fra studieområdet mot Turufjellet (1055 moh.), myr i front og skog og byggearbeid i bakgrunn.



Figur 4: Studieområdet med byggearbeid og inngrep i naturen. (Foto: Knut Rydgren)



Figur 5: Studieområdet hvor det bygges ny hytte i nærhet av myr. (Foto: Knut Rydgren)

2.2 Kartlegging av myrer og inngrep i myrene

For å identifisere og avgrense myrene i studieområdet har vi brukt Økonomisk kartverk (ØK). Vi valgte å bruke ØK, istedenfor det nyere arealressurskart i målestokk 1:5000, AR5. Dette er fordi vi ser at en del myr er oversett i AR5 når vi går så detaljert til verks som vi gjør i vår studie. ØK er kart med målestokk 1:5000 som blir brukt som grunnlag for planlegging med detaljer som for eksempel naturgeografiske forhold (Kartverket, 2019a). Grunnen til at ØK ble brukt, og ikke flyfoto, er at det kan være vanskelig å skille ulike naturtyper med flyfoto, spesielt tresatt myrareal og skog, mens i ØK er denne jobben allerede gjort. For at et areal skal bli klassifisert som myr i ØK blir tykkelse på torvlaget, vegetasjonen og de naturlige dreneringsforholdene vurdert samlet. Myr blir identifisert som areal med myrvegetasjon med mer enn 30 cm torvlag (Bjørndal, 2007). Myrer er vist på kartet med svart skravur (figur 6).



Figur 6: Utsnitt av Økonomisk kartverk over deler av studieområdet på Turuffell i Flå kommune. Myr er vist med svart skravur (Kartverket, 1963).

Alt kartarbeid ble gjennomført i ArcMap versjon 10.6.1 (ESRI, 2018) med bakgrunnskart Topografisk Norgeskart (Kartverket, 2020). SOSI-filer av vedtatt reguleringsplan fikk vi tilsendt av Flå kommune (Flå kommune, 2017), og filene ble konvertert til geodatabaser for videre bruk i ArcMap. Dybdekart ble laget for å få et bedre bilde over hvor dype myrene er i studieområdet. Eksakte koordinater og myrddybde for målepunktene ble importert over til Microsoft Excel for de syv undersøkte myrene (se 2.3 Datainnsamling),

med antatt dybde ved myrkant lik 0 m. Dybdekartene ble laget ved å interpolere med funksjonen “Radial Basis Functions” i ArcMap.

For å beskrive i hvilken grad myrene blir påvirket har vi brukt fem kategorier; ingen, liten grad, middels grad, stor grad og nedbygd (tabell 1). Studier viser at inngrep i en viss avstand fra myrkanten også kan resultere i senket grunnvannstand og økt oksygentilgang til torva som videre fører til innvirkning for økosystemtjenestene til myra. Slike inngrep vil kunne påvirke hydrologien, karbonlagringsevnen, flomregulering og biologisk mangfold (Boelter, 1972; Essl et al. 2012, Aker & Johansen, 2015). For å ta dette med i betraktning, har vi valgt å sette en buffersone rundt hyttetomter og veger på 50 meter (Boelter, 1972). Når vi beregnet hvor mye myr som vil gå tapt av utbyggingen har vi behandlet alle kategoriene likt. Vi har derfor tatt med all myr som går under kategoriene liten grad, middels grad, stor grad og nedbygd med i utregningen. For kategoriene middels grad og stor grad av inngrep har vi regnet med areal for direkte inngrep og inngrep innenfor buffersonen.

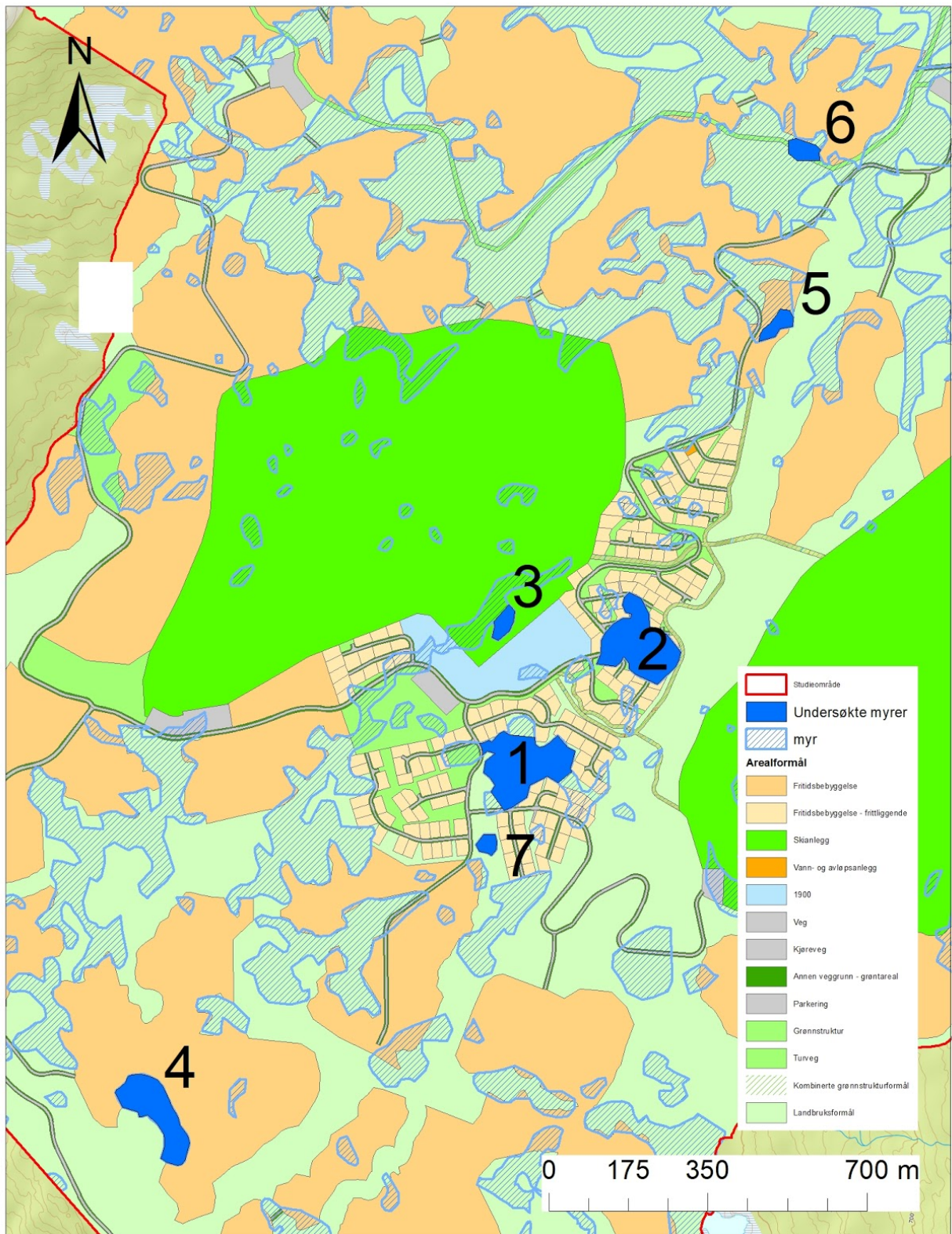
Tabell 1: Oversikt over kategoriene for type inngrep for myrene i studieområdet.

Ingen inngrep	Ingen inngrep som berører myra eller en buffer på 50 meter rundt myra. Myra er fortsatt intakt etter utbyggingen.
Liten grad	Indirekte inngrep: inngrep innenfor en buffer på 50 meter (ingen direkte utbygging i myra). Eks. bilveg 30 meter fra myrkant
Middels grad	Enkelte inngrep som berører myra direkte, samt indirekte inngrep med en buffer på 50 meter. Eks. bilveg eller hyttetomt inntil myrkant
Stor grad	Stor andel direkte inngrep som berører myra (med en buffer på 50 meter). Eks. store hyttetomter i myra
Nedbygd	Myrer som blir fullstendig borte ved direkte utbygging. Eks. myra blir helt borte pga. utbygging av hyttetomter

2.3 Datainnsamling

Data samlet inn til studiet ble gjennomført 1. og 2. oktober 2019. Inngrep som er sett på i dette studiet er hyttetomter og veger, ikke alpinanlegg.

For å få et inntrykk av dybdevariasjonen på myrene i studieområdet, ble det gjort dybderegistreringer i et utvalg av myrene. Bakgrunnen for hvilke myrer som ble valgt ut er nærhet til hytter og tilgjengelighet fra veg. For å dekke variasjonen knyttet til høyde over havet og myrareal ble det valgt ut syv myrer (figur 7). Det ble valgt ut tre store myrer med gjennomsnittsareal på 18,9 daa og fire mindre myrer med gjennomsnittsareal på 3,3 daa mellom 600 og 800 moh.

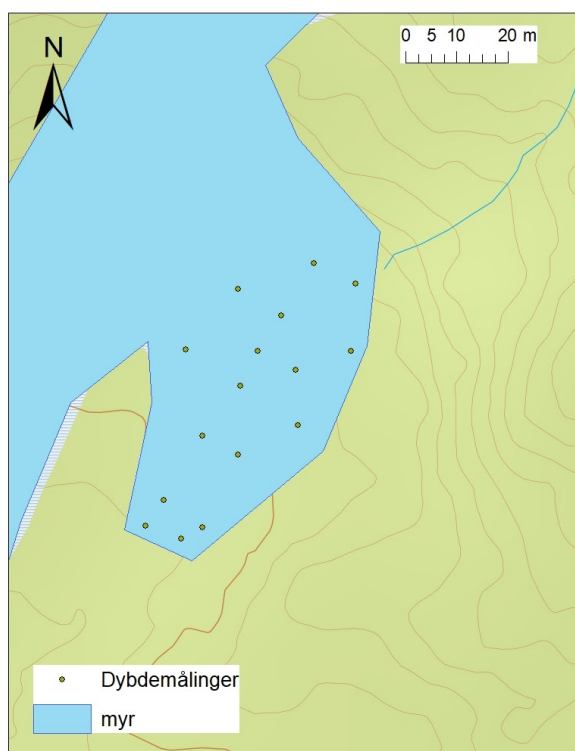


Figur 7: Lokalisering av de syv myrene vi tok dybdemålinger i under feltarbeidet. De undersøkte myrene ligger mellom 600 og 800 moh.

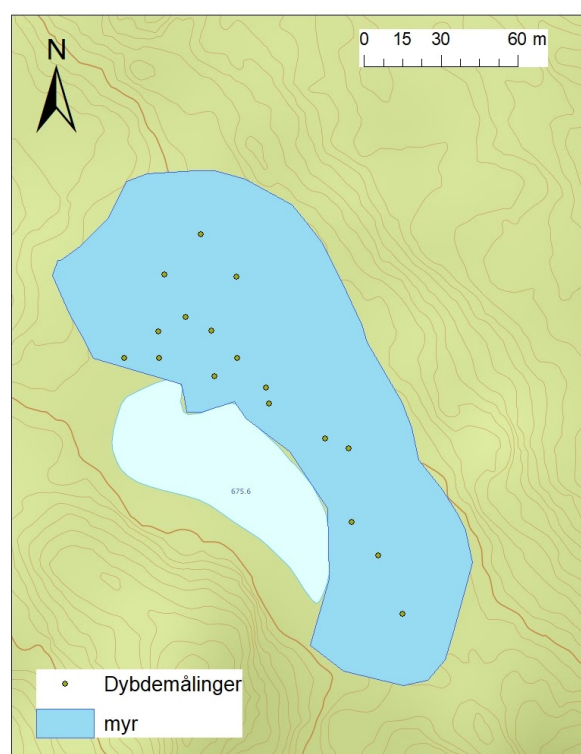
Vi brukte to ulike metoder for å estimere torvdybden i de syv undersøkte myrene:

1. Grid
2. Tilfeldig

Grid ble brukt på de myrene vi ønsket å undersøke grundig. Dette ble gjort ved hjelp av målebånd til å måle opp mest mulig lik avstand mellom dybdemålingene, både i x og y-akse (figur 8). Dette ble gjort på fire myrer. Vi brukte også en tilfeldig metode, hvor vi gikk rundt på myra og tok tilfeldige dybdemålinger (figur 9), dette ble gjort på tre myrer. Vi tok 12-26 dybdemålinger i de ulike myrene etter størrelse og metode.

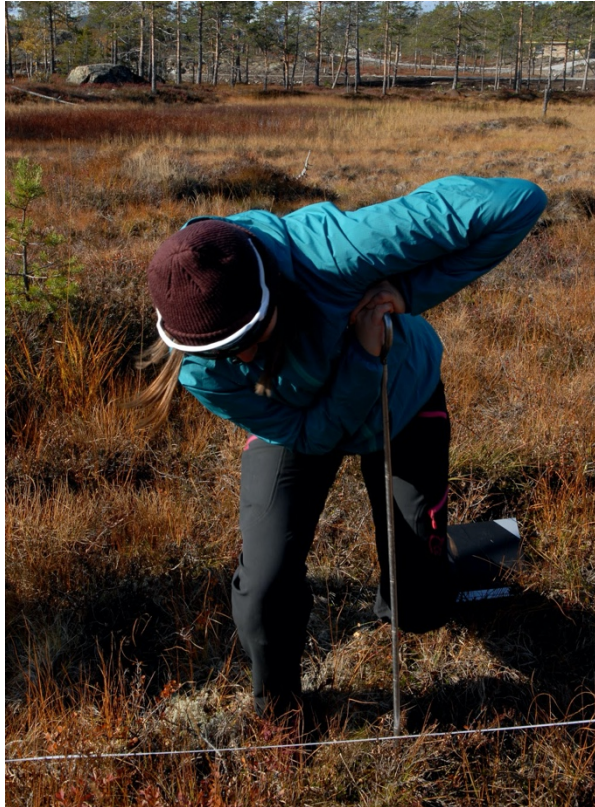


Figur 8: Myr 3 i studieområdet viser nøyaktig lokalisering av dybdemålinger gjort med dGPS og metoden grid.



Figur 9: Myr 4 i studieområdet viser nøyaktig lokalisering av dybdemålinger gjort med dGPS og tilfeldige målinger.

Dybdemålingene ble gjort ved hjelp av torvspyd som består av flere 1-meter lengder som kan skjøtes sammen (figur 10). For å få en nøyaktig posisjon på dybdemålingene ble hvert punkt registrert med Differensiell GPS (dGPS), av merket Topocon (Topocon HiPer V mottaker og Topocon FC-3361 Field Controller) (figur 11). En dGPS mottar GPS-satelittoverføringssignaler for å oppnå navigasjons- og posisjoneringsinformasjon, og fullfører navigering og posisjonering gjennom databehandling. Mottakeren gir en nøyaktighet på centimeternivå (Chongqing Gold M & E Equipment, u.å.).



Figur 10: Dybdemålinger med torvspyd. (Foto: Knut Rydgren)



Figur 11: Differensiell GPS i bruk. (Foto: Knut Rydgren)

2.4 Estimering av karbonlager

Det finnes flere metoder for å estimere karbonlager i myr. Metodene velges alt etter hva tidsrammen og størrelse på studiet er, samt hvilket utstyr som er tilgjengelig. Metoden vi har brukt går ut på å bruke volumtetthet og karbonandel for å konvertere volum til masse og karbon (Yu, 2012). For presise estimater kreves mye feltarbeid med torvprøver, dybdemålinger og laboratorieanalyser, som ville blitt for omfattende og tidkrevende for vår studie. Vi brukte derfor gjennomsnittsdybden av de syv undersøkte myrene og verdier for volumvekt, organisk materiale i torv (ved glødetap) og karbonandel i organisk materiale i torv fra andre studier.

Vi har brukt følgende formel for å finne karboninnholdet (formel 1):

$$CP = V \times BD \times Loi \times C$$

Vi beregnet volum (V) ved å multiplisere gjennomsnittsdybde av de syv undersøkte myrene med myrarealet. Volumvekt (BD – bulk density) er tørrvekten av jord per

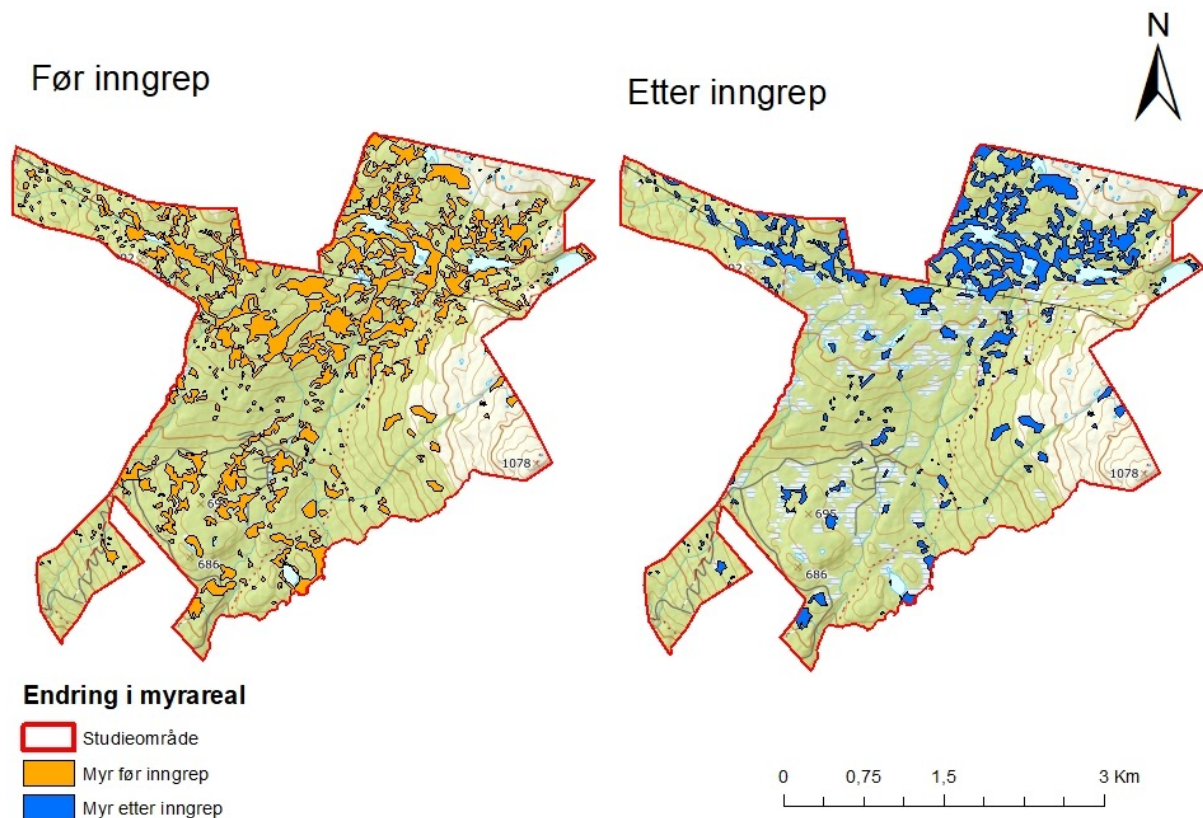
volumenhet. Verdien varierer og ligger ofte mellom 0,05 - 0,12 g/cm³ (Chambers et al. 2010; Chimner et al. 2014). Volumvekten varierer også etter i hvilken grad torven er omdannet. Den øker med omdanningsgrad og er antatt å være 0,068 g/cm³ for lite omdannet torv, 0,085 g/cm³ for middels omdannet torv og 0,15 g/cm³ for sterkt omdannet torv (Grønlund et al. 2010). Omdanningsgraden og volumvekten øker med dybden i myra, og påvirkes også av grøfting og andre inngrep (Chambers et al. 2010, Grønlund et al 2010, Lyngstad et al 2015.) Loi (Loss on ignition) er metoden som brukes for å analysere jordas organiske materiale, organisk materiale i torv er andelen som ikke gjenstår som aske etter gløding (glødetap) (Chimner et al. 2014). I torv er andelen av organisk materiale høy og ligger mellom 85-98 % (Sheng et al. 2004; Chambers et al. 2010, Parry et al. 2014, Lyngstad et al 2015). For å estimere tapt karbon i studieområdet har vi brukt 0,08 g/cm³ volumvekt, 93,5 % glødetap og en gjennomsnittsverdi for andel karbon i organisk materiale i torv på 0,5 (Lyngstad et al. 2015). For å beregne CO₂ fra karbon brukte vi omregningsfaktor 44/12 (3,667) (Joosten et al. 2015).

Ved å bruke verdier fra andre studier og ikke undersøke alle myrene som blir påvirket vil det bli usikkerhet i resultatene. Vi testet derfor usikkerheten med 1000 estimater med variasjoner for volumvekt, organisk materiale i torv og andel karbon i organisk materiale. Vi brukte verdier fra 0,05 g/cm³ til 0,12 g/cm³ for volumvekt, 85 % til 98 % for organisk materiale i torv og 0,45 til 0,53 for andel karbon i organisk materiale. Verdien for volum er konstant for de ulike myrene. Dette gjorde vi for de syv myrene vi undersøkte under feltarbeidet. Usikkerheten ble regnet ut i Microsoft Excel og figurene lagde vi i RStudio, versjon 1.2.5042 (R Development Core Team, 2020).

3 Resultat

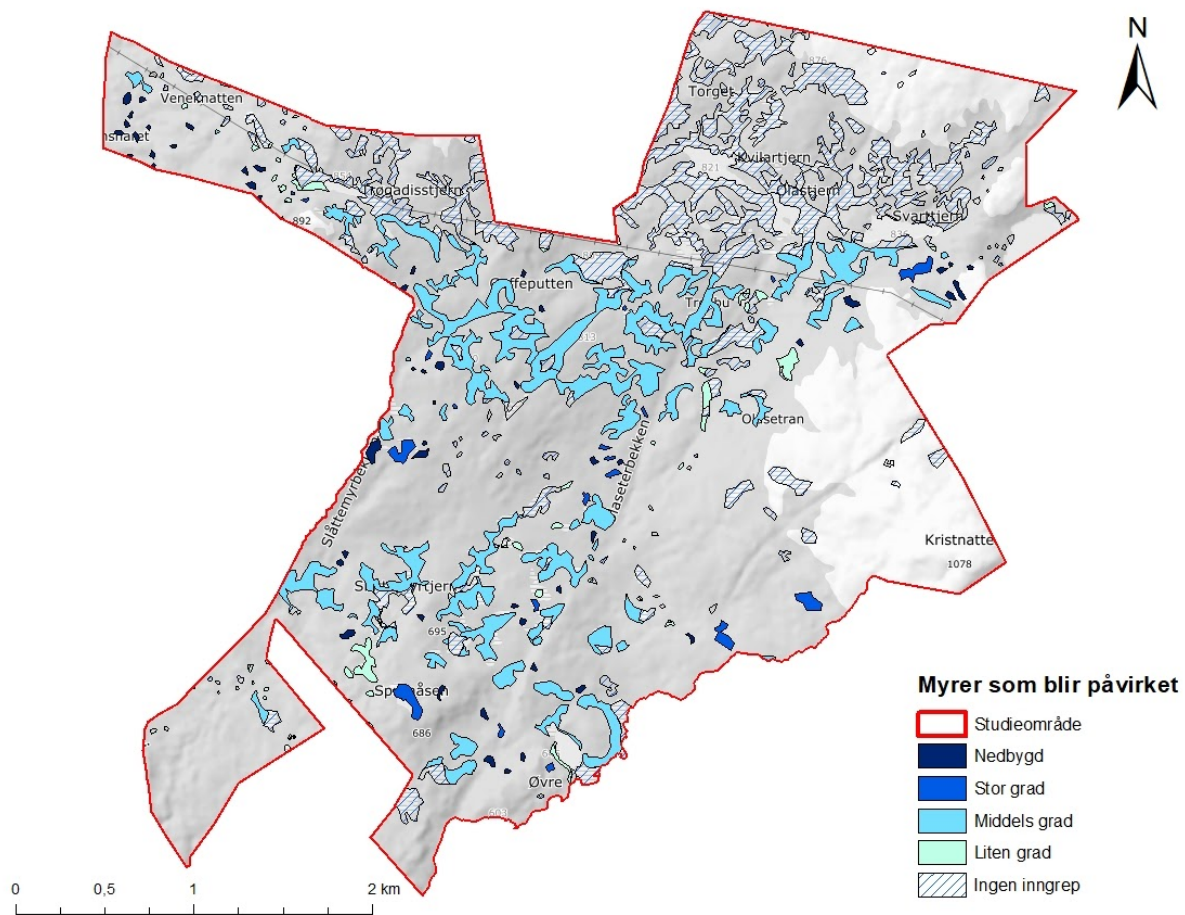
3.1 Kartlegging av myrer

Store deler av studieområdet vil bli preget av utbygging, med hovedvekt på områder i sør og i midtre del av studieområdet (figur 12 og vedlegg 2). Før utbyggingen var myrarealet på 2 628 daa, noe som tilsvarer 19 % av studieområdet. Etter at utbyggingen er ferdig, vil myrarealet være på 1 371 daa. Det vil si at arealet av myr i studieområdet nesten halveres (48 % nedgang) og intakte myrer vil kun utgjøre 10 % av totalarealet. Et område i nord på ca. 25 000 daa vil ikke bli påvirket av utbygging av hyttetomter eller veger, og vil dermed stå uberørt med intakte myrer etter utbyggingen.



Figur 12: Areal av myr før og etter utbygging. Utbyggingen fører til at myrarealet reduseres med 1 257 dekar.

Av de 350 myrene i studieområdet blir 154 (44 %) påvirket av hytteutbyggingen (figur 13 og vedlegg 3). Av det totale arealet som blir påvirket av inngrep, er 8,3 % (104 daa) i liten grad, 81,3 % (1022 daa) i middels grad, 4 % (50 daa) i stor grad og 6,4 % (81 daa) blir nedbygd (tabell 2).



Figur 13: Kart over myrer som blir påvirket i kategoriene nedbygd, stor grad, middels grad, liten grad og ingen inngrep. Topografisk Norgeskart gråtone som bakgrunnskart (Kartverket, 2019b).

Tabell 2: Areal og antall myrer som blir påvirket av hytteutbyggingen og i hvilken type grad.

Type inngrep	Areal av påvirkningen (daa)	Antall myrer
Ingen inngrep	1371	196
Liten grad	104	40
Middels grad	1022	43
Stor grad	50	14
Nedbygd	81	57

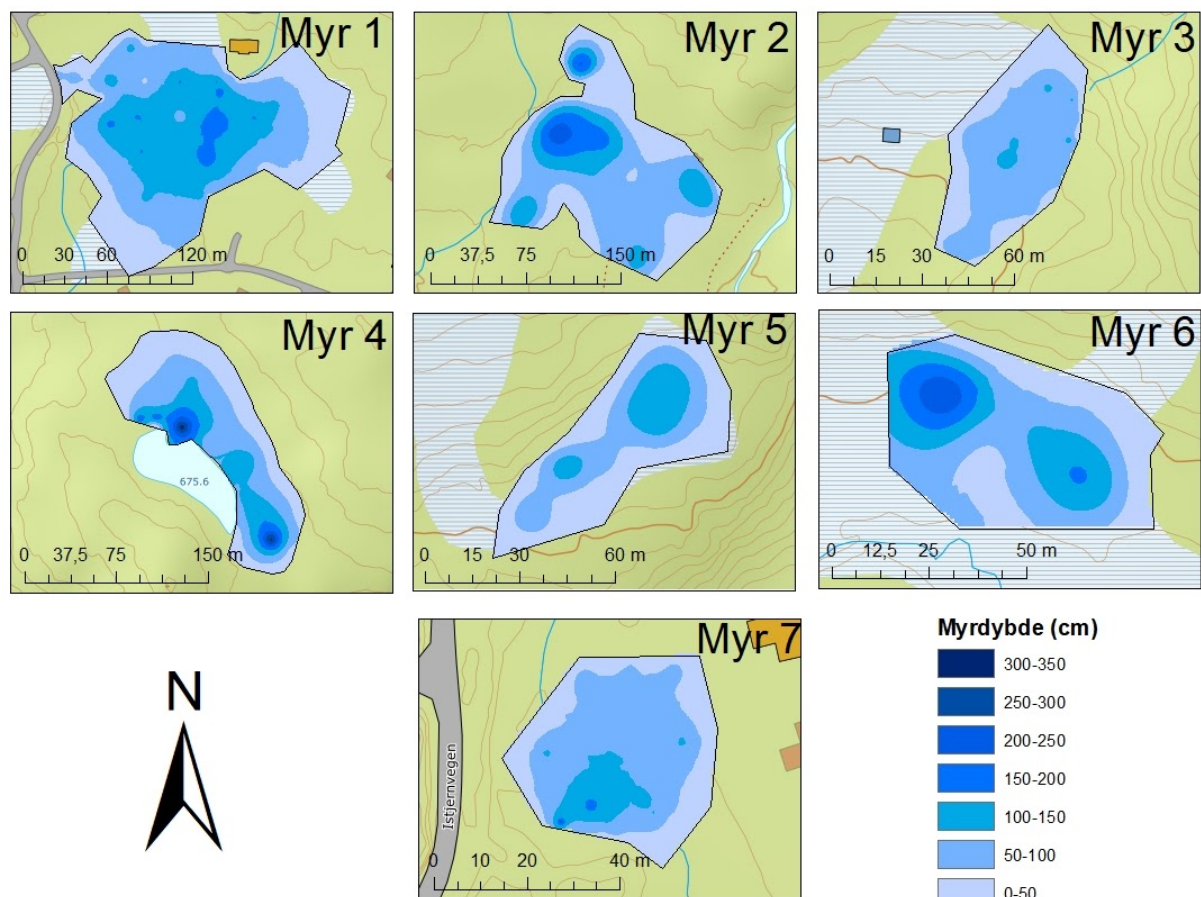
3.2 Karbonlagring i studieområdet

3.2.1 Felldata

Torvdybden i de syv myrene varierer fra 22 cm til 315 cm, og gjennomsnittsdypden for alle syv myrene er 110 cm (tabell 3). De største dybdene er i de fleste myrene i midtre partier (figur 14). Myr 4 har det dypeste partiet i sør, hvor myra grenser med vannet. Det samme gjelder for myr 6 som er en del av en større myr. Dette gjør at det dypeste partiet grenser med den større myra.

Tabell 3: Minste dybde, største dybde og gjennomsnittsdypden for de syv undersøkte myrene i studieområdet med gjennomsnitt.

Myr	Minste dybde (cm)	Største dybde (cm)	Gjennomsnittsdypde (cm)
1	22	202	130
2	48	200	105
3	47	124	89
4	58	315	140
5	53	131	82
6	60	229	122
7	24	240	104
Gj.snitt	45	206	110



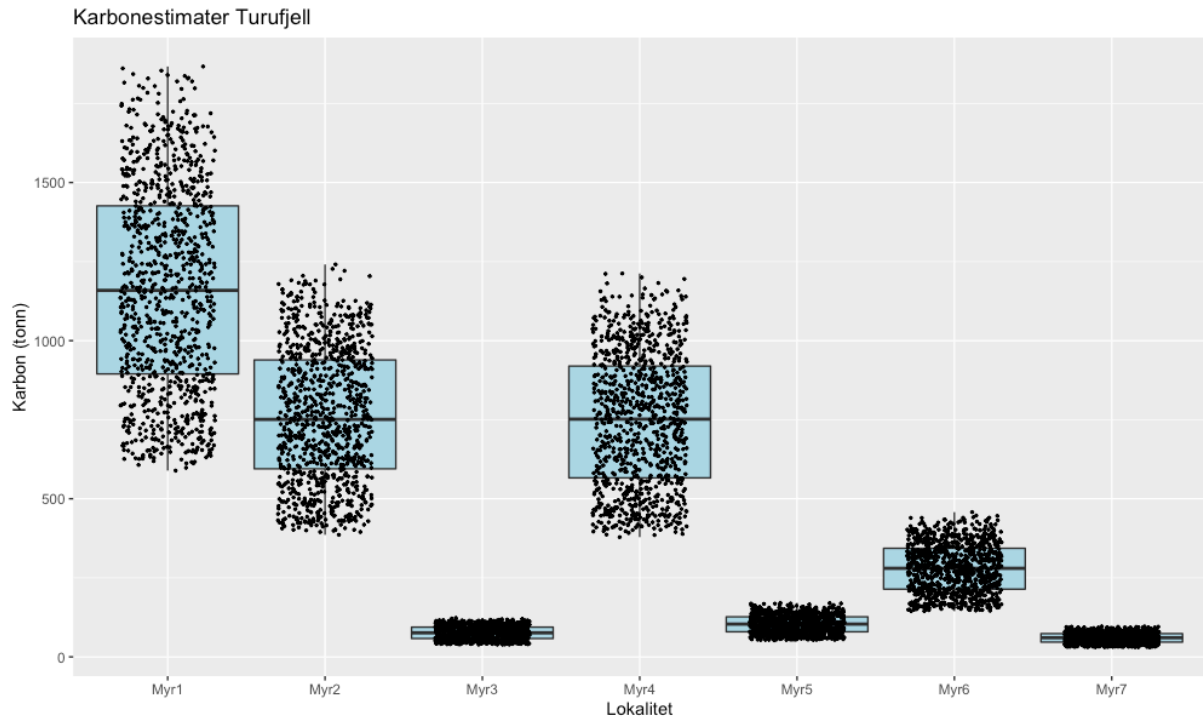
Figur 14: Interpolasjon av dydekart i ArcMap gjort med funksjonen "Radial Basis Function". Myrene sin dybde varierer fra 22-315 cm med et gjennomsnitt for alle syv myrene på 110 cm. Noen av myrene vi undersøkte er en del av en større myr, og myr 4 har det dypeste partiet ved myrkanten i sør grunnet vannet.

Gjennomsnittsdybden i de syv myrene varierer fra 82 cm til 140 cm. Volumet varierer fra 1 579 m³ til 30 532 m³. Dette ga en variasjon i karboninnhold fra 59 til 1 142 tonn, som tilsvarer 216 - 4 188 tonn CO₂ for de syv undersøkte myrene (tabell 4).

Tabell 4: Verdier for dybde, overflateareal, volum, karbon og CO₂ for de syv undersøkte myrene. Vi brukte verdiene 0,08 g/cm³ for volumvekt, 93,5 % for glødetap (organisk materiale i torv) og en gjennomsnittsverdi for andel karbon i organisk materiale i torv på 0,5 ved utregning.

Myr	Dybde (cm)	Overflate (m²)	Volum (m³)	Karbon (tonn)	CO₂ (tonn)
1	130	23 559	30 532	1 142	4 188
2	105	19 082	20 112	752	2 758
3	89	2 236	1 990	74	271
4	140	14 044	19 634	734	2 692
5	82	3 357	2 746	103	378
6	122	6 028	7 360	275	1 008
7	104	1 523	1 579	59	216

Karbonestimatene viser en stor spredning rundt medianen hos alle de syv myrene (figur 15). For myr 1 ga dette oss et karbonlager med median på 1 159 tonn karbon, myr 2 = 751 tonn karbon, myr 3 = 76 tonn karbon, myr 4 = 752 tonn karbon, myr 5 = 104 tonn karbon, myr 6 = 280 tonn karbon og myr 7 = 61 tonn karbon (tabell 5). Dette viser at alle myrene har omtrent like stor andel spredning i estimatene sine (variasjon fra 21 - 25 %), med en gjennomsnittsvariasjon på 23 % både over og under medianen.



Figur 15: Beregning av usikkerhet i karbonestimatet for de syv undersøkte myrene på Turufjell. Vi har beregnet karbonlageret 1000 ganger (hver svarte prikk representerer et karbonestimat) ved hjelp av verdier for tre av variablene (volumvekt, organisk materiale i torv og andelen karbon i organisk materiale i torv) som inngår i karbonberegningen med lik sannsynlighet innenfor en angitt variasjonsbredde (2.4 Estimering av karbonlager). Den store spredningen representerer usikkerheten i karbonlageret ved variasjon i variablene. Medianen er presentert som horisontal linje og boksen viser 1. og 3. kvartil.

Tabell 5: Viser maks-, min-, median-, gjennomsnitt, 1. kvartil og 3. kvartil av karbonestimat (tonn) for de syv undersøkte myrene med 1000 estimater.

Karbonestimat (tonn karbon)	Myr 1	Myr 2	Myr 3	Myr 4	Myr 5	Myr 6	Myr 7
Maks	1 867	1 241	123,4	1 213	170,6	457,8	96,46
Min	589	386	39	379	52,52	144,6	30,91
Median	1 159	751	76	752	103,6	280	60,53
Gj.snitt	1 164	762	76	748	103,6	280,6	60,19
1. kvartil	895	595	58	566	79	214	47
3. kvartil	1 426	939	94	920	127	343	74

3.2.2 Tapt karbonlagring i studieområdet

Med et myrareal på 2 628 daa vil studieområdet inneholde 41 tonn C/daa, dersom vi antar at gjennomsnittlig myrddybde i studieområdet er 1,1 m (tabell 3). Studieområdet inneholder derfor 37 kg C/m³. Karboninnholdet i studieområdet ble estimert til 108 097 tonn karbon, etter utbyggingen vil dette bli redusert til 56 040 tonn karbon. Det vil dermed bli et tap på 52 057 tonn karbon som vil bli sluppet ut, noe som tilsier 190 736 tonn CO₂ (tabell 6).

Tabell 6: Endring i karbonlagring som en konsekvens av utbyggingen.

	Myrareal (daa)	Karbon (tonn)	CO₂ (tonn)
Før utbygging	2 628	108 097	396 067
Etter utbygging	1 371	56 040	205 331
Tapt myr pga. utbygging	1 257	52 057	190 736

4 Diskusjon

4.1 Endring av myrareal i studieområdet

Hytteutbyggingen i studieområdet fører til store arealendringer. Nærmere halvparten av myrene i studieområdet blir påvirket. Før utbyggingen var studieområdet dekket av 19 % (2 628 daa) myr. Som en konsekvens av utbyggingen vil kun 10 % (1 371 daa) av myrene forbli intakte, og 24 % (3 252 daa) vil bli dekket med hyttetomter og 2 % (254 daa) med veger. Man kan spørre seg om det hadde vært bedre om noen av myrer hadde blitt nedbygd og resten blitt stående upåvirket, istedenfor at 44 % av antall myrer i området skal bli påvirket. Dette er dog vanskelig å vite sikkert grunnet lite studier rundt dette temaet.

Samtidig ser vi på resultatene at planleggerne har prøvd å unngå utbygging direkte i myrene og lagt byggegrensene i kanten på myra. Det er kun 81 daa (6,4 %) med myrer som blir nedbygd og 50 daa (4 %) som i stor grad blir påvirket av utbyggingen. Dette er relativt mindre arealer enn de som blir indirekte påvirket; 104 daa (8,3 %) blir i liten grad påvirket og 1 022 daa (81,3 %) blir påvirket i middels grad av utbyggingen. Dette kan dog være på grunn av økonomiske hensyn, det er mer krevende grunnarbeid og mye dyrere å bygge ut i myr enn andre steder.

4.2 Redusert karbonlagring i studieområdet

Det vil bli betydelige utslipp av karbon ved hytteutbyggingen på Turufjell. Våre resultater viser at 108 097 tonn karbon er lagret i studieområdet, hvorav 48 % (52 057 tonn karbon) vil bli påvirket av hytteutbyggingen som er planlagt. Dette tilsvarer 190 736 tonn CO₂ som vil bli sluppet ut. Dette er sammenlignbart med hvor mye CO₂ mer enn 200 000 personbiler slipper ut i løpet av et år (Engedal, 2019). Det finnes ikke studier som sier nøyaktig hvor lang tid det vil ta før alt karbonet blir sluppet ut, det er derfor stor usikkerhet rundt dette temaet. Tre scenarier kan derfor være; om 100 år har 100 % (52 057 tonn karbon) blitt sluppet ut, om 100 år har 50 % (26 029 tonn karbon) blitt sluppet ut eller at om 100 år har 25 % (13 014 tonn karbon) blitt sluppet ut.

Våre estimater for karbonlageret er usikre og er ment som en indikasjon på hvor mye hytteutbyggingen vil ha å si for karbonlagringskapasiteten for myrene i studieområdet. Verdiene som er blitt brukt for å beregne karbonlager er basert på myrareal i Økonomisk kartverk, gjennomsnittsdybde av de syv undersøkte myrene og konstante verdier for volumvekt, organisk materiale i torv og andelen karbon i organisk materiale i torv. Gjennomsnittsdybden for de syv undersøkte myrene varierer fra 82 cm til 140 cm, en differanse på 58 cm. Torvdyden for de syv undersøkte myrene er dermed relativt liten noe som forteller oss at myrene i studieområdet er grunne. Variasjonen i torvdybden er også relativt liten, det var derfor fornuftig å bruke gjennomsnittsdybden for disse til å estimere karboninnholdet i myrene for hele studieområdet. Selv om de syv undersøkte myrene tilsvarer kun 6 % av de myrene som vil bli påvirket av utbyggingen og kun 3 % av alle myrene i studieområdet, målt i areal.

Det er store arealforskjeller på de myrene vi undersøkte og resterende myrer. Av de syv undersøkte myrene varierer arealet fra 1,5 daa til 24 daa, mens den største myra i studieområdet er på 297 daa. Det kan derfor være lengre avstand fra myrkant og inn til senter av myra på de myrene med større areal. Dette kan resultere i at disse myrene er dypere enn de syv myrene vi undersøkte da vi ved dybdekartene ser at myrene stort sett var dypest i midtre partier. De større myrene kan derfor lagre mer karbon enn vårt estimat. Det samme gjelder hvis valget av størrelsen på buffersonen hadde vært annerledes. Studier viser store forskjeller i valg av buffersone, hvor enkelte mener inngrepene påvirker 50 meter ut fra inngrepet (Boelter, 1972), og andre mener 200 meter (Hallsdóttir et al, 2012). Det er vanskelig å vite hva som er det mest riktige, på grunn av svært lite kunnskap rundt dette temaet. Også valget ved å ikke ta med alpinanlegg og andre anlegg som langrennsløyper med i utregningen har en effekt på resultatet. Dette er også utbygging som vil påvirke karbonlagringa for flere myrer i området. I tillegg finnes det betydelige mengder karbon i vegetasjonen og i skogsjord (Bartlett et al. 2020). Dette viser at utbyggingen vil ha større utslipp av karbon enn det våre tall viser.

Når vi beregnet hvor mye myr som vil gå tapt av utbyggingen, behandlet vi alle kategoriene for type inngrep helt likt. Det vil si at vi regnet med at 100 % av karbonet for alle kategoriene vil bli sluppet ut. Det er lite sannsynlig at myrene i kategoriene liten grad påvirkning og nedbygd, blir påvirket i samme grad. Myrene med liten grad av påvirkning

vil ikke fortsette å være intakte, men kanskje bli degradert. Derfor kunne vi brukt ulike utslippsprosent for de ulike gradene av inngrep. Dette ville resultere i at tallet for karbonutslipp ville blitt litt mindre enn våre tall. Karbonligningen er ren multiplikasjon, derfor er valget av de konstante verdiene viktig for resultatet. En prosentvis endring av en verdi gi en tilsvarende prosentvis endring i karbonlageret. Resultatet vårt hadde for eksempel blitt 20 % høyere hvis vi hadde brukt en verdi for volumvekt som er 20 % høyere enn $0,08 \text{ g/cm}^3$ ($0,096 \text{ g/cm}^3$). Dette gjelder for alle de konstante verdiene vi brukte ved utregningen av karbonestimatet. Våre beregninger viser at karbonlageret i de syv myrene ligger på 37 kg C/m^3 som tilsvarer 41 tonn C/daa hvis vi antar at gjennomsnittsdybden er på 1,1 m. Myrene har derfor lavere karboninnhold enn gjennomsnittet i Norge som er 55 C/daa, beregnet med en gjennomsnittsdybde på én meter. Dette er fordi de har brukt høyere verdier for de konstante faktorene (volumvekt, organisk materiale i torv og andel karbon i organisk materiale i torv) (Grønlund et al. 2010).

Beregning av karbonlager i myr har store usikkerheter (Parsekian et al 2012; Chimner et al. 2014). Usikkerhetene er blant annet knyttet til variablene i formelen for karbonlager (formel 1). Mens volumestimatet vårt var relativt sikkert, valgte vi å kombinere 1000 ulike verdier for de tre resterende variablene i formelen (volumvekt, organisk materiale i torv og andel karbon i organisk materiale i torv). Usikkerheten kan ses ved den store spredningen rundt medianen. Estimatenes representerer scenarioer hvor våre data, som er hentet fra andre studier og våre egne torvmålinger, antas å reflektere gjennomsnittlige verdier for myra. Våre beregninger viser at karbonlageret i studieområdet på Turufjell kan være underestimert med 23 % og overestimert med 23 %. For å få mer nøyaktige karbonestimater kunne vi ha brukt georadar, som også er mer effektivt (Parsekian et al. 2012), samt samlet inn torvprøver fra ulike dybder og selv målt volumtetthet og glødetap.

Beregningene av karbonutslippet i studieområdet vil være av interesse for videre studier av karbonlager i myr, da det i dag er lite data over karbonlager i Norge (Hammervold, 2015). Resultatene av dette studiet viser at myrarealet blir redusert til fordel for hytteutbygging på lik linje med utviklingen i resten av Norge (Joosten et al. 2015). Hytteutbyggingen i studieområdet bærer preg av planlegging uten vurderinger av de samlede konsekvensene, spesielt i og rundt myrområder. Utbygging med manglende

kunnskap kan ødelegge myr som økosystem, og økosystemtjenestene myr tilfører samfunnet (Parish et al. 2008).

4.3 Samsvar med andre planer

I Flå sin kommuneplans arealdel er området på Turufjell satt av til fritidsbebyggelse, skianlegg og LNF-områder, men på grunn av noen endringer i arealdisponeringen ble det likevel satt krav om konsekvensutredning (Flå kommune, 2016). Et av hovedmålsettingene i kommuneplanens samfunnsdel er å bygge et attraktivt og stort hyttefelt med tilhørende alpinanlegg (Flå kommune, 2011). Områdereguleringsplanen bygger opp under de ovennevnte målsettingene. Likevel ønsker Flå kommune en langsiktig og bærekraftig forvaltning av areal- og naturressursene i kommunen (Flå kommune, 2011). Mer spesifikt står det at “Vi skal i planperioden arbeide for å ivareta det biologiske mangfoldet og unngå irreversible inngrep i sårbare områder...”. Inngrep i myr er nettopp en irreversibel handling, som dessuten er en medvirkende årsak til de klimaendringene vi ser i verden. Samtidig blir det bygget hytter andre steder i Flå kommune, i 2015 ble det vedtatt områdereguleringsplan for Gulsvikfjellet for 950-1198 nye hyttetomter. Dette er et område kun 8,6 km i korteste luftlinje fra Turufjell, og strekker seg over et område på 43 000 daa. Når dette er ferdig utbygget vil området bestå av 1750 hytter (Flå kommune, 2015).

Det er ikke bare i Flå kommune vi ser denne hytteutviklingen. Fortettingspolitikken har ført til at byer og tettsteder vokser raskt, vi bor tettere og med mindre grøntareal rundt oss. Vi får dermed økt behov for å komme oss unna byens støy. En annen mulig forklaring til den økte hytteutbyggingen er stigende gjennomsnittsinntekt i landet, som har økt med 3,7 % bare det siste året (SSB, 2020). Økt inntekt kan føre til at flere og flere har økonomi til å kjøpe hytte, og enkelte familier får råd til å ha hytte både på fjellet og ved sjøen. Dette øker presset for å bygge ut nye hytteområder, noe som skjer i hele Norge. Et eksempel er på Varden i Ringebu kommune hvor det i 2016 ble vedtatt en reguleringsplan for et nytt hyttefelt (Ringebu kommune, 2016). Området utgjør 1 200 daa og i 2019 ble det vedtatt en reguleringsplan for utvidelse av dette hyttefeltet på 350 daa (Ringebu kommune, 2019). Dette området ligger i nærhet av Kvitfjell som har stort alpinanlegg med tilhørende store hytteområder. Etablerte og store hytteområder blir også stadig bygget ut. Et annet eksempel er Ringsakerfjellet i Ringsaker kommune. Ifølge kommuneplanens arealdel

2014-2015 er det allerede 5500 hytter i området, og det er reservert områder for 700-800 nye tomter (Ringsaker kommune, 2015). Hyttene kommer gjerne med nærliggende alpinanlegg, langrennsløyper og matbutikker, noe som også behøver store områder. Utviklingen fører dermed med seg flere areal- og miljøpolitiske utfordringer, som vegbygging, arealforbruk og landskapsinngrep av store sammenhengende naturområder.

Utviklingen av hytteutbyggingen i Norge viser at urørte myrområder vil gå tapt. At slike store urørte områder blir nedbygget til fordel for hyttefelt, samsvarer med de generelle utviklingstrendene i norske fjellkommuner (NOU, 2013) og kan ses i lys av nasjonal og regional hyttepolitikk (Bartlett et al. 2020). Slike utbygginger krever store arealer, som ofte er myrområder. På den ene siden er hytteutbygging i urørte naturområder en irreversibel handling som er negativ for naturmangfoldet, på den andre siden hindrer de gjengroing og avfolkning i distriktene, skaper livskvalitet, økt samfunnsøkonomi og arbeidsplasser (Velure, 2019). I Veileder - Planlegging av fritidsbebyggelse (2005) ber Klima- og miljødepartementet kommunene å unngå utbygging i store sammenhengende områder, som fjellområder, uten større tekniske inngrep og truede naturtyper (Klima- og miljødepartementet, 2005).

4.4 Dagens myrforvaltning sett i et klimaperspektiv

Før krigen var det totale myrarealet i Norge på ca. 30 000 km², men har siden det sunket og er i dag på ca. 19 000 km² (Løddesøl, 1948; NOU, 2013). Dog viser det seg at myrarealet i Norge er underestimert og disse tallene er derfor misvisende (Bryn et al. 2018). Grøfting av myr startet allerede på 1700-tallet og har siden den gang forårsaket utslipp av CO₂ som starter umiddelbart etter inngrepet og fortsetter helt til all torven er nedbrutt (Joosten et al. 2015). Med økende bevissthet om klimaendringer, kan en undres hvorfor ikke myra, som et stort karbonlager, ikke tas mer vare på. Klimaendringene vil ha stor negativ innflytelse på myrene, og ødeleggelse av myrene vil ha stor negativ innflytelse på klimaendringene. Det bør derfor være positivt å kunne utvikle tiltak som skaper en "vinn - vinn"-situasjon, med felles mål om å motvirke klimaendringer og samtidig bevare naturmangfoldet (NOU, 2013). Å bevare myrene kan derfor være et slikt tiltak.

I dag har Norge tiltak som skal være til hjelp for å oppfylle våre klimaforpliktelser ved å forby nydyrking av myr og grøfting av myr for skogproduksjon (Forskrift om bærekraftig skogbruk, 2006, §5; Jordlova, 1995, §11; Klima- og miljødepartementet, 2019). Da myra lagrer store mengder karbon og dermed er med på klimatilpasning, vil nye inngrep være i strid med Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning, 2018). Intakte myrer har en effekt på klima fordi de påvirker CO₂-innholdet i atmosfæren ved at de kan lagre karbon, noe som over tid vil gi en kjølede effekt (Joosten et al. 2015). For å kunne veie opp mot utslippene og de negative konsekvensene for naturmangfoldet når myrene bygges ned, kreves det store positive samfunnsøkonomiske virkninger for å tillate inngrep i myrene (Essl et al. 2012). At myra ikke får ødelegges til fordel for jord- og skogbruk, men at det ikke finnes forbud mot andre store inngrep som for eksempel hytteutbygging, er et stort paradoks.

Et annet tiltak er omleggingen fra fossilt til fornybar energi. Grundig og helhetlig vurderinger av konsekvensene av inngrep i natur og økosystemer er viktig i denne omleggingen da det kan føre til mistilpasninger. Fornybare ressurser behøver ikke alltid å være den beste løsningen, og det er derfor viktig å se på netto-utslippene. I tilfeller som gjelder utbygging av vindkraft i myr, er det estimert at utslippene av karbon fra myra vil kunne bli større enn utslippskuttene fra vindkraften (Smith et al. 2014). Andmyran vindkraftverk har vært mye omtalt på grunn av sin beliggenhet i myr. Ifølge bakgrunnen for vedtaket ble det i høringsuttalelsene sagt at byggingen av vindkraftverket kan medføre at store mengder CO₂ blir sluppet ut av myra (NVE, 2006). I vedtaket antydte Jordforsk at mer enn 100 000 tonn CO₂ kan bli sluppet ut de første fem til ti årene om tiltaket har drenerende effekt. Tiltakshavers plan sa at grunnvannstanden ikke kom til å bli nevneverdig påvirket og at torvmassen som ble fjernet skulle bli lagt tilbake. På bakgrunn av dette konkluderte NVE at CO₂-utslippene grunnet vindkraftverket kun kom til å bli moderate (NVE, 2006). Da konsesjonen ble gitt i 2006 var ikke karbonlagring i myr et tema, og naturmangfoldloven kom ikke før tre år senere. I nyere konsekvensutredning hadde det trolig vært et tema og utfallet et annet.

En undersøkelse fra Klima- og miljødepartementet (tidligere Miljøverndepartementet) fra 2000 viser dog at kunnskapen om eksisterende og ny hytteutbyggings samlede

virksomheter er mangelfull (Klima- og miljødepartementet, 2005). For å kunne få en bærekraftig forvaltning av myrene kreves kunnskap om biologisk mangfold, klimaendringer og forringelse av land. Dette krever igjen et samarbeid mellom ulike interesser og økonomiske sektorer, og ikke minst at politikerne, kommuner, utbyggere og planleggere øker bevisstheten sin rundt temaet. Forvaltningen av myr i Norge i dag er ikke bærekraftig og har store konsekvenser for blant annet klima. Vern av intakte myrområder er avgjørende for å opprettholde karbonlagringen (Parish et al. 2008). Norge har skrevet under på Parisavtalen og bruker store ressurser på karbongfangst- og lagringsteknologier for å nå utslippsmålene. Velger vi i stedet å fokusere på myras flere klimaregulerende egenskaper kan vi redusere store utslipp og redusere sårbarheten i møte med klimaendringer (Essl et al. 2012). Derfor kan bevaring av myra være både en lettere og bedre måte å nå utslippsmålene på enn ved å bruke penger og ressurser på teknologier.

5 Konklusjon

Store myrområder og deres karbonlagring vil gå tapt ved hytteutbyggingen på Turufjell. I dette studiet viser vi hvor stor andel av myrarealene som blir påvirket, hvilke konsekvenser endringene har for karbonlagringskapasiteten i myrene og hvordan dagens myrforvaltning er sett i et klimaperspektiv.

I studieområdet blir 1257 daa med myr påvirket, dette er en reduksjon på 48 % i forhold til opprinnelig myrareal. Av myrene som blir påvirket blir 8,3 % i liten grad, 81,3 % i middels grad, 4 % i stor grad og 6,4 % blir helt nedbygd. Før utbyggingen besto 19 % av studieområdet av myrareal, mens etter utbyggingen vil kun 10 % være intakte.

Vi har beregnet et tap på 52 057 tonn karbon som en konsekvens av hytteutbyggingen i studieområdet. Dette tilsvarer 190 736 tonn CO₂ som vil bli sluppet ut over tid som torva brytes ned. Med en gjennomsnittsdypde på 1,1 meter vil karboninnholdet i myrene i studieområdet inneholde 41 tonn C/tonn, noe som tilsvarer 37 kg C/m³. Dette kan sammenlignes med hvor mye CO₂ over 200 000 personbiler slippes ut i løpet av et år.

Vårt resultat samsvarer godt med utviklingstrendene i norske fjellkommuner. Nye og allerede etablerte hytteområder blir stadig bygget ut over hele landet, men kunnskapen om de samlede virkningene er mangelfull. Denne oppgaven belyser viktigheten av å ha et godt kunnskapsgrunnlag før store inngrep i naturen iverksettes. Store myrområder står i fare for å bli utslippskilder over hele landet og dermed bidra til økt oppvarming av jorda. Det bør derfor stilles strengere krav og tas bedre hensyn i fremtidig forvaltning. Stilles det strengere krav om konsekvensutredninger og utslippsregnskap før det gis tillatelse til utbygging, kan beslutninger tas ved å veie konsekvensene av utslipp opp mot positive virkninger av tiltaket. En lov som forbyr utbygging i myr bør være mulig å lage da det allerede finnes for både jord- og skogbruk.

6 Referanser

- Aker, P. & Johansen, M. D. (2015). Når vegen berører myra: God forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drift. *Statens vegvesens rapport* Nr. 423. Oslo: Vegdirektoratet.
- Bartlett, J., Rusch, G. M., Kyrkjeeide, M. O., Sandvik, H. & Nordén, J. (2020). Carbon storage in Norwegian ecosystems (revidert utgave). *Norsk Institutt for Naturforskning, Rapport, 1774*: 1-66.
- Bjørndal, I. (2007). Markslagsklassifikasjon i økonomisk kartverk. 2007-utgaven. *Håndbok frå skog og landskap* Nr. 1 | 2007. Hentet fra <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2495599/SoL-H%C3%A5ndbok-2007-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Boelter, D. H. (1972). Water table drawdown around an open ditch in organic soils. *Journal of Hydrology*, 15: 329–340.
- Bryn, A., Strand, G. H., Angeloff, M. & Rekdal, Y. (2018). Land cover in Norway based on an area frame survey of vegetation types. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 72: 131-145.
- Chambers, F. M., Beilman, D. W. & Yu, Z. (2010). Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon contents for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires and Peat*, 7, 7: 1-10.
- Chimner, R., Ott, A., Perry, C. & Kolka, C. (2014). Developing and Evaluating Rapid Field Methods to Estimate Peat Carbon. *Wetlands*, 34: 1241-1246.
- Chongqing Gold M & E Equipment Co, Ltd. (u.å.). GPS-Undersøkelsesutstyr DGPS-Mottaker. Hentet fra <http://no.geoequips.com/topographic-surveying-instruments/gnss-rtk-system/gps-survey-equipment-dgps-receiver.html>
- Dunn, C. & Freeman, C. (2011). Peatlands: our greatest source of carbon credits? *Carbon Management*, 2: 289-301
- Engedal, M. I. A. (2019). Elbiler reduserer utslipp per personkilometer. *SSB*. Hentet fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/elbiler-reduserer-utslipp-per-personkilometer>
- ESRI. (2018). ArcMap 10.6.1. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute.
- Essl, F., Dullinger, S., Moser, D., Rabitsch, W. & Kleinbauer, I. (2012). Vulnerability of mires under climate change: implications for nature conservation and climate change adaptation. *Biodiversity and Conservation*, 21: 655-669.

- Flå kommune. (2017). Områderegulering Turufjell. Hentet fra http://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3039/2016004/Dokumenter/Sak_sutskrift%20-%20Områdereguleringsplan%20Turufjell%20-%20Kommunestyrets%20sluttbehandling.pdf
- Flå kommune. (2011). Kommuneplan for Flå kommune: Samfunnsdelen 2011-2023. Hentet fra <https://www.flaa.kommune.no/siteassets/flaa/plan--regulering/kommuneplanens-samfunnsdel.pdf>
- Flå kommune. (2015). Områdereguleringsplan for Gulsvikfjellet - kommunestyrets sluttbehandling. Hentet fra https://webhotel3.gisline.no/webplan_3039/gl_planarkiv.aspx?planid=2014001
- Flå kommune. (2016). Kommuneplan for Flå kommune: Arealdelen 2015-2027. Hentet fra <https://www.flaa.kommune.no/siteassets/flaa/plan--regulering/arealdelen-for-fla--lav-oppl.pdf>
- Flå kommune. (2018). Vedtak i klagesak - Områdereguleringsplan - Turufjell i Flå kommune - klager: Forum for natur og friluftsliv Buskerud og Norsk Friluftsliv.
- Forskrift om berekraftig skogbruk. (2006). Forskrift om bærekraftig jordbruk (FOR-2006-06.07.593). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-07-593>
- Grønlund, A., Bjørkelo, K., Hysten, G. & Tomter, S. (2010). CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser. *Bioforsk rapport*, 5: 1-40.
- Hallsdóttir, B. S., Wöll, C., Guðmundsson, J., Snorrason, A. & Þórsson, J. (2012). Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2010: National Inventory Report 2012. *National Inventory Rapport Iceland*, 7: 1-293.
- Hammervold, J. (2015). Metode for beregning av CO₂-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging. Trondheim: Statens vegvesen & Asplan viak, 1. Hentet fra <https://d21dbafykdck9.cloudfront.net/1518099797/sluttrapport-co2-arealbruksendring-2017.pdf>
- Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen, A., Tegetmeyer C. & Lyngstad, A. (2015). Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. *NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport* 2015: 1-83.
- Jordlova – jl. (1995). Lov om jord (Jordlova) (LOV-1995-05-12-23). Hentet fra <https://lovdata.no/pro/#document/NL/lov/1995-05-12-23?searchResultContext=1392&rowNumber=1&totalHits=1985>
- Karki, S., Elsgaard, L., Kandel, T.P. & Lærke, P.E. (2016). Carbon balance of rewetted and drained peat soils used for biomass production: a mesocosm study. *Global Change Biology Bioenergy* 8: 969–980.

- Kartverket. (2020). Topografisk norgeskart. Hentet fra <https://register.geonorge.no/inspire-statusregister/topografisk-norgeskart/f004268c-d4a1-4801-91cb-daa46236fab7>
- Kartverket. (1963). Historisk N5 Raster. Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/n5-raster/bd23cc07-45d3-4346-a8cd-e8c9f506656e>
- Kartverket. (2018). Arealstatistikk for Norge 2018 - km², pr. kommune. Hentet fra: https://www.kartverket.no/globalassets/fakta-om-norge/kommune_2018.pdf
- Kartverket. (2019a). Karttyper. Hentet fra <https://www.kartverket.no/kunnskap/Kart-og-kartlegging/Hva-er-kart/Karttyper/>
- Kartverket. (2019b). Topografisk Norgeskart gråtone. Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/topografisk-norgeskart-gratone/e84c9a6d-2297-4323-9078-36ac4b8e35e4>
- Klima- og miljødepartementet. (2005). Veileder - Planlegging av fritidsbebyggelse. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/md/bro/2005/0063/dd/pdfv/266942-t-1450.pdf>
- Klima- og miljødepartementet. (2015). Natur for livet. Norsk handlingsplan for naturmangfold (Meld. St. 14 (2015-2016)). Oslo: Departementet.
- Klima- og miljødepartementet. (2019). Stortinget legger til rette for stans i nydyrking av myr. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nydyrking-av-myr/id2641947/>
- Kosmo, J. (2007). Riksrevisjonens undersøkelse av bærekraftig arealplanlegging og arealdisponering i Norge. Dokument nr. 3:11 (2006-2007). Riksrevisjonen.
- Lindgaard, A. (2019, 11. april) Stortinget legger til rette for stans i nydyrking av myr. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nydyrking-av-myr/id2641947/>
- Løddesøl, A. (1948). Myrene i næringslivets tjeneste. Oslo: Grøndahls & søns forlag.
- Lyngstad, A., Barnevold, R., Grønlund, A., Hassel, K. & Weldon, S. (2015). Kartlegging av vegetasjon og torvmengder i Sætremyrane naturreservat. Forslag til overvåking og restaurering. *NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport* 2015: 1-37.
- Miljøstatus. (2014). Klima i endring - Store utfordringer, et mangfold av løsninger. (FNs klimapanelers hovedrapport Nr. 5 | 2010). Oslo: Miljøstatus. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M97/M97.pdf>

- Minasny, B., Berglund, Ö., Connolly, J., Hedley, C., de Vries, F., Gimona, A., . . . Widyatmanto, W. (2019). Digital mapping of peatlands – A critical review. *Earth-Science Reviews*, 196: 1-38.
- Moen, A. (1998). Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Hønefoss: Statens Kartverk
- NGU. (2020). Berggrunn. Nasjonal berggrunnsdatabase. Hentet 02.05.2020 fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NOU 2013:10. (2013). Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester. Oslo: Miljøverndepartementet. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>
- NVE. (2006). Bakgrunn for vedtak. Andmyran vindkraftverk. Hentet fra: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/200304739/1094234>
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. & Stringer, L. (Eds.) (2008). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen. 1-179.
- Parry, L. E., West, L. J., Holden, J. & Chapman, P. J. (2014). Evaluating approaches for estimating peat depth. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 119: 567-576.
- Parsekian, A., Slater, L., Ntarlagiannis, D., Nolan, J., Sebesteyen, S., Kolka, R. & Hanson, P. (2012). Uncertainty in Peat Volume and Soil Carbon Estimated Using Ground-Penetrating Radar and Probing. *Soil Science Society of America Journal*, 76: 1911-1918.
- Price, J.S., Heathwait, A.L. & Baird, A.J. (2003). Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management*, 11: 65-83.
- R Development Core Team. (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Hentet fra <http://cran.r-project.org>
- Rieber-Mohn, G. F. (2019). Hyttebygging i Norge - Rasing av villmark. *Grevlingen* 38: 6-7.
- Ringebu kommune. (2016). Reguleringsplan for Varden i Ringebu kommune. Hentet fra http://webhotel3.gisline.no/webplan_3439/
- Ringebu kommune. (2019). Reguleringsplan for Varden 2 i Ringebu kommune. Hentet fra http://webhotel3.gisline.no/webplan_3439/

- Ringsaker kommune. (2015). Kommuneplanens arealdel 2014-2015. Hentet fra <https://www.ringsaker.kommune.no/getfile.php/3125453.1897.wfvwqqabfq/Planbeskrivelse%2C++revidert+og+vedtatt+17.6.2015.pdf>
- Sheng, Y., Smith, L., MacDonald, G., Kremetski, K., Fery, K., Velichko, A. ... Dubinin, P. (2004). A high-resolution GIS-based inventory of the west Sibirian peat carbon pool. *Global Biogeochemical Cycles*, 18: 1-14.
- Smith, J., Nayak, D.R. & Smith, P. (2014). Wind farms on undegraded peatlands are unlikely to reduce future carbon emissions. *Energy Policy* 66: 585-591.
- SSB. (2019). Fakta om: Hytter og fritidsboliger. I: Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/faktaside/hytter-og-ferieboliger>
- SSB. (2020, 5. februar). Statistikk: Lønn. I Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikk/lonnansatt>
- Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. (2018). Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. (FOR-2018-09-28-1469). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469>
- Thorsnæs, G. (2019). Flå. Store norske leksikon. Hentet 22.01.2020 fra <https://snl.no/Flå>
- Turufjell. (u.å.). Om Turufjell. Hentet 22. januar 2020 fra <https://www.turufjell.no/about>
- Velure, H. A. (2019, 25. desember). Norsk hyttepolitikk – et lokalt og nasjonalt anliggende. *Nationen*. Hentet fra <https://www.nationen.no/motkultur/debatt/norsk-hyttepolitikk-et-lokalt-og-nasjonalt-anliggende/>
- Waddington, J.M. and Price, J.S. (2001). Effect of peatland drainage, harvesting, and restoration on atmospheric water and carbon exchange. *Physical Geography*, 21: 433-451.
- Yu, Z.C. (2012). Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review. *Biogeosciences*, 9: 4071-4085.
- Zhaojun, B., Joosten, H., Hongkai, L., Gaolin, Z., Xingxing, Z., Jinze, M. & Jing, Z. (2011). The response of peatlands to climate warming: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 31: 157-162.
- Øien, D. I., Fandrem, M., Lyngstad, A. & Moen, A. (2017). Utfasing av torvuttak i Norge - effekter på naturmangfold og andre viktige økosystemtjenester. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017: 1-39.

7 Vedleggsliste

Vedlegg 1: Områdereguleringsplan for Turufjell (figur 2).

Vedlegg 2: Areal av myr før og etter utbygging. Utbyggingen fører til at myrarealet reduseres med 1 257 dekar (figur 12).

Vedlegg 3: Kart over myrer som blir påvirket i kategoriene nedbygd, stor grad, middels grad, liten grad og ingen inngrep. Topografisk Norgeskart gråtone som bakgrunnskart (figur 13).